

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09282616 A**(43) Date of publication of application: **31.10.97**

(51) Int. Cl.

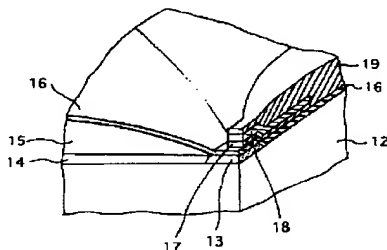
**G11B 5/39**(21) Application number: **08096573**(22) Date of filing: **18.04.96**(71) Applicant: **FUJITSU LTD**(72) Inventor: **SATO MASASHIGE  
TANAKA ATSUSHI  
KOBAYASHI KAZUO**(54) **MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC RECORDER**

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase the output of a magnetic head formed by using a ferromagnetic tunnel junction element, to prevent the oxidation of the magnetic layers and antiferroelectric layer constituting this ferromagnetic tunnel junction element, to enhance reliability and to deal with a trend toward a much higher recording density.

**SOLUTION:** This magnetic head is composed of the first magnetic layer 13 consisting of a soft magnetic material, the second magnetic layer 17 having the magnetization in a direction orthogonal with the magnetization direction in the initial state of the first magnetic layer 13, the antiferroelectric layer 18 formed on the magnetic layer 17 and an insulating layer 16 which is interposed between the magnetic layers 13 and 17 and tunnel-joins both. The magnetic layer 17 is arranged in the position slightly apart from the end on the magnetic recording medium side and is coated with a coating layer (gap layer) so as not to be exposed on the surface.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-282616

(43) 公開日 平成9年(1997)10月31日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-96573

(22) 出願日 平成8年(1996)4月18日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 佐藤 雅重

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 田中 厚志

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 小林 和雄

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

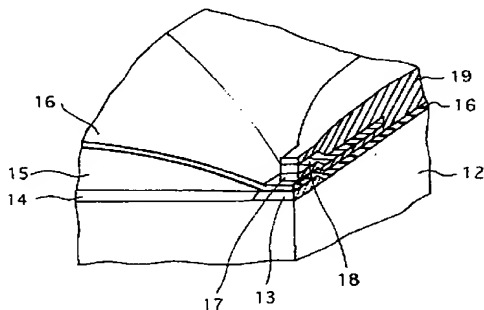
(74) 代理人 弁理士 岡本 啓三

(54) 【発明の名称】 磁気ヘッド及び磁気記録装置

(57) 【要約】

【課題】 強磁性トンネル接合素子を用いた磁気ヘッドにおいて、高出力であるとともに前記強磁性トンネル接合素子を構成する磁性層及び反強磁性層の酸化を防止できて、信頼性が高く、より一層の高記録密度化に対応できる磁気ヘッド及びその磁気ヘッドを用いた磁気記録装置を提供する。

【解決手段】 軟磁性材料からなる第1の磁性層13と、この第1の磁性層13の初期状態における磁化方向に対し直交する方向の磁化を有する第2の磁性層17と、磁性層17上に形成された反強磁性層18と、磁性層13、17間に介在して両者をトンネル接合する絶縁層16とにより構成されている。磁性層17は磁気記録媒体側の端部よりも若干離れた位置に配置され、被覆層(ギャップ層)に被覆されて表面に露出しないようになっている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気記録媒体に記録された磁気情報を読み出す磁気ヘッドにおいて、軟磁性材料からなり、前記磁気記録媒体の磁場に応じて磁化の方向が変化する第1の磁性層と、前記第1の磁性層の初期状態における磁化方向に対し直交する方向の磁化を有する第2の磁性層と、前記第1及び第2の磁性層の間に介在し両者をトンネル接合する絶縁層と、前記第2の磁性層の少なくとも前記磁気記録媒体側の端部を被覆する被覆層とを有することを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項2】 前記第2の磁性層が前記磁気記録媒体の表面に対し垂直方向の磁化容易軸を有することを特徴とする請求項1に記載の磁気ヘッド。

【請求項3】 前記第2の磁性層に隣接して配置された反強磁性層を有し、前記第2の磁性層の磁化方向は前記反強磁性層との交換結合により決定されていることを特徴とする請求項1に記載の磁気ヘッド。

【請求項4】 前記第2の磁性層が硬磁性材料からなることを特徴とする請求項1に記載の磁気ヘッド。

【請求項5】 前記第1の磁性層の両側に、硬磁性材料からなり前記第1の磁性層の初期状態における磁化方向を規定する磁化バイアス層を有することを特徴とする請求項1に記載の磁気ヘッド。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれか1項に記載された磁気ヘッドと、該磁気ヘッドによって磁気的情報が読み出される磁気記録媒体とを有することを特徴とする磁気記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータ等の記録装置として使用される磁気記録装置（ハードディスク装置）の磁気ヘッド及びその磁気ヘッドを使用した磁気記録装置に関し、特に強磁性トンネル効果を利用して磁気記録媒体から磁気情報を再生する磁気ヘッド及びその磁気ヘッドを使用した磁気記録装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、磁気記録装置の高記録密度化に伴い、磁気記録媒体からの漏れ磁場（信号磁界）を高感度で検出する磁気ヘッドの開発が盛んに行われている。現在、高記録密度化に適した磁気ヘッドとして、磁気抵抗効果を利用して磁界を検出する磁気抵抗効果素子（MR素子）が使用されている。

【0003】しかし、従来の磁気抵抗効果素子では、磁界によって変化する電気抵抗の割合が数%と小さいので、より一層の磁気記録密度の向上に伴い磁気記録媒体からの信号磁界が減少すると、十分な出力を得ることが困難になる。そこで、次世代の磁気センサとして、近年、巨大磁気抵抗素子及び強磁性トンネル接合素子が注

目されている。巨大磁気抵抗効果素子は、磁界の変化に応じて電気抵抗が大きく変化する巨大磁気抵抗材料を用いて形成する。この巨大磁気抵抗効果素子は、電気抵抗が磁場によって変化するという点では従来の磁気抵抗効果素子と同様であり、従来の磁気抵抗効果素子とほぼ同じ構造で磁気ヘッドの製造が試みられているが、現状では満足できる特性を得ることができず、実用化に至っていない。

【0004】一方、強磁性トンネル接合素子は、絶縁層と、この絶縁層を挟んでトンネル接合された2つの強磁性層とにより構成されている（特開平3-154217号、特開平4-103014号、特開平5-63254号）。前記絶縁層は、通常、厚さが数Åのアルミニウム酸化物により形成されており、前記2つの強磁性層間に電圧を印加すると、前記絶縁層を電子がトンネリングする。この場合に、2つの強磁性層の磁化の相対角度に応じて電子のトンネル確率Rが変化する。このトンネル確率Rは、磁化の相対角度を $\theta$ 、 $\theta=0$ のときの抵抗を $R_s$ 、抵抗の変化分を $\Delta R$ とすると、次式で表される。

【0005】 $R = R_s - (1/2) \Delta R (\cos \theta - 1)$   
このように、磁化の角度によりトンネル確率が変化するの、電子源となる強磁性体内の電子スピンの偏極化しており、この偏極を保ったまま電子がトンネルを起すためであると考えられる。トンネル確率の変化率 $\Delta R/R_s$ は、次式で示すように、電子源となる一方の強磁性層内の偏極率とトンネル先となる他方の強磁性層内の偏極率との積で与えられる。

【0006】 $\Delta R/R_s = 2 \times P_1 \times P_2$ （但し、 $P_1$ 、 $P_2$ は両磁性層の分極率）

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、強磁性トンネル接合素子を利用した磁気ヘッドは、従来の磁気抵抗効果素子を利用した磁気ヘッドと原理的に異なるため、従来の磁気抵抗効果素子の技術を使用することができず、強磁性トンネル接合素子を用いたヘッドの構造は未だ確立されていない。

【0008】例えば、特開平4-103014号公報には、一方の磁性層に反強磁性層を接触させて配置し、これにより前記一方の磁性層の磁化方向を一定にすることや、室温で動作する磁気抵抗効果素子を得るために反強磁性層の材料としてFe-50原子%Mnを使用することが記載されている。しかし、単に絶縁層を挟んで2つの強磁性層を配置するとともに、一方の強磁性層に接触させてFeMn層を形成しただけでは、前記FeMn層が容易に腐食されてしまうため、実用に供することができない。また、通常、強磁性トンネル接合素子を磁気ヘッドに適用する場合は、軟磁性材料からなる2つのシールド層の間に強磁性トンネル素子を配置するが、従来の強磁性トンネル接合素子を用いた磁気ヘッドでは、磁気記録媒体側の面に電位が異なる部分（例えば、トンネル

先となる強磁性層とシールド層)が露出するため、シールド層と強磁性トンネル接合素子との間で放電が発生するおそれがあり、信頼性が満足できるものではない。

【0009】本発明は、高出力であるとともに磁性材料層の酸化を防止できて信頼性が高く、より一層の高記録密度化に対応できる磁気ヘッド及びその磁気ヘッドを用いた磁気記録装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記した課題は、磁気記録媒体に記録された磁気情報を読み出す磁気ヘッドにおいて、軟磁性材料からなり、前記磁気記録媒体の磁場に依じて磁化の方向が変化する第1の磁性層と、前記第1の磁性層の初期状態における磁化方向に対し直交する方向の磁化を有する第2の磁性層と、前記第1及び第2の磁性層の間に介在し両者をトンネル接合する絶縁層と、前記第2の磁性層の少なくとも前記磁気記録媒体側の端部を被覆する被覆層とを有することを特徴とする磁気ヘッドにより解決する。

【0011】なお、本願において初期状態における磁化方向とは、磁気記録媒体からの磁場の影響がない状態での磁化の方向をいう。本発明においては、初期状態における第1の磁性層の磁化方向と第2の磁性層との磁化の方向が直交するように設定されている。そして、第2の磁性層は、例えば反強磁性層との交換結合により磁化方向が固定されており、一方、第1の磁性層の磁化の方向は磁気記録媒体からの磁場により変化する。従って、磁気記録媒体からの磁場により両者の磁性層の磁化角度が90°を中心として変化し、これに伴ってトンネル電流が大きく変化して磁気記録媒体からの磁場に依じた大きな出力を得ることができる。

【0012】また、本発明においては、第2の磁性層の磁気記録媒体側の端部が被覆層に覆われている。すなわち、本発明に係る磁気ヘッドは、第2の磁性層が磁気記録媒体側の表面に露出していないため、例えば磁気記録媒体側の表面に露出する第1の磁性層とシールド層とを同電位にすることにより、放電の発生を防止できる。更に、第2の磁性層が表面に露出していないため、第2の磁性層の腐食を防止できる。更にまた、第2の磁性層上にFeMn等のように腐食しやすい金属からなる反強磁性層を形成しても、この反強磁性層を第2の磁性層と同様に被覆層で被覆して表面に露出しないようにすることにより、反強磁性層の腐食も防止することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、添付の図面を参照して説明する。

(第1の実施の形態) 図1は本発明の第1の実施の形態に係る磁気ヘッドを示す斜視図、図2は同じくその磁気ヘッドの第1及び第2の磁性層13、17の配置状態を示す模式図、図3は磁気ヘッドを磁気記録媒体側から見た図である。なお、図2において、符号10は、読み出

すべき磁気情報が記録された磁気記録媒体であり、この磁気記録媒体10は駆動装置により駆動されて回転する。

【0014】基板(図示せず)上には軟磁性材料からなる下部シールド層11及び絶縁材料からなる下部ギャップ層12が積層されており、この下部ギャップ層12上の磁気記録媒体10が配置される側(ヘッド先端側という)の端部には、NiFe等の軟磁性材料からなる第1の磁性層13が選択的に形成されている。また、この第1の磁性層13の両側にはCoCrPt等の強磁性材料からなるバイアス磁性層14が配設されている。このバイアス磁性層14からの磁界により、図2に矢印Aで示すように、一方のバイアス磁性層14から他方のバイアス磁性層14に向かう方向に磁性層13の初期状態における磁化の方向が規定される。

【0015】バイアス磁性層14上にはアルミニウム

(A1)等の導電材料により形成された電極15が形成されている。また、第1の磁性層13及び電極15上には、厚さが約50ÅのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>からなる絶縁層16が形成されている。この絶縁層16上の磁性層13の直上域の部分には、FeCo等の硬磁性材料からなる第2の磁性層17及びFeMn等からなる反強磁性層18が積層されて形成されている。この第2の磁性層17は、磁気記録媒体10の表面に対し垂直方向の磁化容易軸を有し、反強磁性層18と交換結合されていて、図2に矢印Bで示すように、磁化方向が磁気記録媒体10の表面に対し垂直方向に固定されている。これらの第2の磁性層17及び反強磁性層18は、ヘッド先端側の端面よりも若干離れた位置に配置されており、そのヘッド先端側の端部は後述する上部ギャップ層20に被覆されるようになっている。

【0016】反強磁性層18上にはアルミニウム等の金属からなる電極19が形成されている。この電極19は、反強磁性層18の上端部から更に絶縁層16上に延び出している。絶縁層16上には、これらの第2の磁性層17、反強磁性層18及び電極19を覆うようにして絶縁材料からなる上部ギャップ層20が形成されており、この上部ギャップ層20上には軟磁性材料からなる上部シールド層21が形成されている。

【0017】このように構成された本実施の形態の磁気ヘッドにおいて、第1及び第2の磁性層13、17と、絶縁層16と、反強磁性層18とにより強磁性トンネル接合素子が構成される。この磁気ヘッドにおいて、磁気記録媒体10から磁界が印加されると、この磁界により第1の磁性層13の磁化の方向が変化する。一方、第2の磁性層17の磁化方向は反強磁性層18との交換結合により固定されているので、磁性層13、17の磁化方向の相対角度が変化する。この相対角度の変化に応じて、第1及び第2の磁性層13、17間をトンネルする電子のトンネル確率が変化する。すなわち、本実施の形

態に係る磁気ヘッドにおいては、電極15から電極19にトンネル電流を流し、第1及び第2の磁性層13、17の電圧を検出する。このようにして、磁気記録媒体10に記録されている磁気情報を電極15、19間電圧の変化に変換することができる。

【0018】本実施の形態においては、第2の磁性層17及び反強磁性層18がいずれも上部ギャップ層20に覆われていてヘッド先端側の面に露出していないため、第2の磁性層17及び反強磁性層18が長期間に亘って腐食されにくく、信頼性が高い。また、本実施の形態に係る磁気ヘッドは、ヘッド先端側の面に露出している第1の磁性層13及びシールド層11、21を全て同電位にすることができて、シールド層11、21と強磁性トンネル接合素子との間の放電を防止することができる。

【0019】図4は横軸に磁界をとり、縦軸に出力電圧をとって、本実施の形態の磁気ヘッドの特性を数値計算して調べた結果を示す図である。但し、第1の磁性層13の幅W1は0.8 $\mu$ m、長さLが0.8 $\mu$ m、第2の磁性層17の幅W2は0.5 $\mu$ m、ヘッド先端面と第2の磁性層17との間隔Lsは0.2 $\mu$ mとした。従来の磁気抵抗効果素子を用いた磁気ヘッドの出力が数百 $\mu$ V程度であるのに対し、図4に示すように、本実施の形態に係る磁気ヘッドは数mV以上の大きな出力を得ることができる。

【0020】(第2の実施の形態) 次に、上述の磁気ヘッドが適用される磁気記録装置と磁気記録媒体の概要を図5を参照して説明する。図5において、基板41の上には再生用ヘッド42と記録用ヘッド43が隣接されている。

【0021】再生用ヘッド42は、上記した構造のものが採用される。すなわち、再生用ヘッド42は、基板41上にアルミナ層(不図示)を介して形成された下部シールド層44と、下部シールド層44上にアルミナ層(不図示)を介して形成された強磁性トンネル接合素子45と、強磁性トンネル接合素子45から引き出される引出電極(リード端子)46と、強磁性トンネル接合素子45及び引出電極46を覆うアルミナ層47と、アルミナ層47上にカバー層(不図示)を介して形成された上部シールド層48とを有している。

【0022】一方、記録用ヘッド43は、上部シールド層48と第3の磁性層49との間に絶縁層50を介して形成されたコイル51を有している。磁気シールド層44、48、49はそれぞれ軟磁性体により形成

され、それらのうち磁気記録媒体52に対向する部分には、それぞれギャップが形成されている。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る磁気ヘッドは、軟磁性材料からなる第1の磁性層と、この第1の磁性層の初期状態における磁化の方向に対し直交する方向の磁化を有する第2の磁性層と、これらの第1及び第2の磁性層の間に介在して両者をトンネル接合する絶縁層とにより構成され、少なくとも前記第2の磁性層の磁気記録媒体側の端部が被覆層に被覆されているので、大きな出力が得られるとともに、第1及び第2の磁性層や反強磁性層の腐食の発生、放電の発生を防止できて信頼性が高い。

【0024】また、本発明に係る磁気記録装置は、上述の磁気ヘッドを有するので、磁気ヘッドからの出力が大きく、より一層の高記録密度化が達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る磁気ヘッドを示す斜視図である。

20 【図2】本発明の実施の形態に係る磁気ヘッドの2つの磁性層の配置状態を示す模式図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る磁気ヘッドを磁気記録媒体側から見た図である。

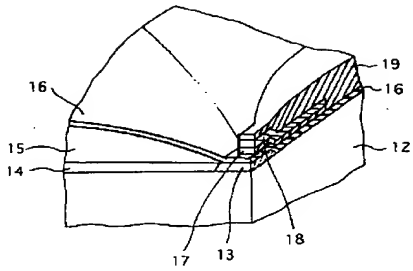
【図4】本発明の実施の形態の磁気ヘッドの特性を数値計算して調べた結果を示す図である。

【図5】本発明の磁気ヘッドが適用される磁気記録装置と磁気記録媒体の概要を示す図である。

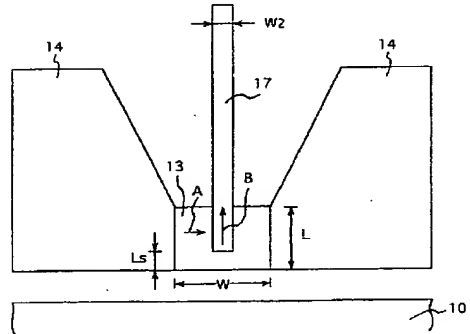
【符号の説明】

- 10 磁気記録媒体
- 11、44 下部シールド層
- 12 下部ギャップ層
- 13、17 磁性層
- 14 バイアス磁性層
- 15 電極
- 16 絶縁層
- 18 反強磁性層
- 19 電極
- 20 上部ギャップ層
- 21 上部シールド層
- 41 基板
- 42 再生用ヘッド
- 43 記録用ヘッド
- 45 強磁性トンネル接合素子

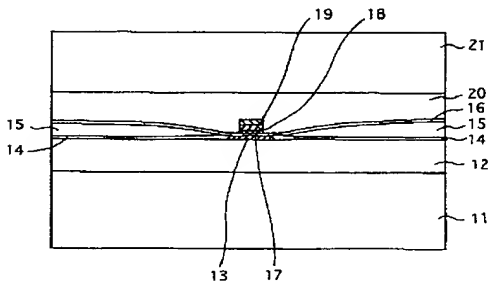
【図1】



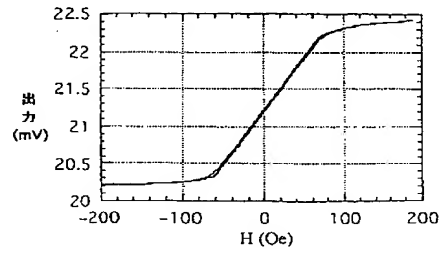
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

